

APOYO A LA DIVISIÓN DE SALUD AMBIENTAL, DE LA SECRETARIA DE SALUD, EN LA INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE POPAYÁN

LINA FERNANDA MUÑOZ ORDOÑEZ



**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
POPAYÁN
2014**

**APOYO A LA DIVISIÓN DE SALUD AMBIENTAL, DE LA SECRETARIA DE
SALUD, EN LA INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DE LA CALIDAD DE AGUA PARA
CONSUMO HUMANO EN LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE POPAYÁN**

LINA FERNANDA MUÑOZ ORDOÑEZ

**Informe final de la práctica profesional empresarial, como requisito parcial
para optar el título de Ingeniera Ambiental**

**Director
Msc Wilson Andrés Betancourt Villalobos**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
GRUPO DE CIENCIA E INGENIERÍA EN SISTEMAS AMBIENTALES (GCISA)
POPAYÁN
2014**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Director
Msc Wilson Andrés Betancourt Villalobos

Jurado

Jurado

Popayán, Mayo de 2014

RESUMEN

El siguiente informe se basa en un estudio de la calidad de agua para consumo humano en la zona rural del Municipio de Popayán que permite tener una referencia de la situación.

La principal apuesta de este Trabajo de Grado es elaborar un diagnóstico del estado de los acueductos rurales del Municipio en cuanto a diseño y método de desinfección utilizado, que permita gestionar recursos ante actores de orden municipal, departamental, nacional e internacional y de esta manera empezar con la construcción y/o adecuación de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano en la zona rural del Municipio de Popayán y suministro de filtros a las familias con el fin de contribuir a la prestación de un servicio de agua potable como derecho fundamental. Así mismo este Trabajo de Grado expone el procedimiento para el estudio de calidad de agua, realizando un protocolo de toma de muestras de agua como lo exige la normatividad en cuanto a vigilancia y control de la calidad de agua para consumo humano, en las siguientes veredas: Los Tendidos, Julumito, Pueblillo, La Yunga, Rio Hondo, Calibio, El sendero, El Charco y Cajete, donde se hicieron 34 tomas de muestras de agua, teniendo en cuenta que la frecuencia de la toma de muestras de agua depende de la población beneficiada por acueducto.

El objetivo es obtener un instrumento primario basado en una serie de análisis de laboratorio e inspecciones oculares para que sea el medio y soporte que contribuya al municipio de Popayán a la gestión y obtención de recursos provenientes de entidades tanto públicas como privadas para ampliar la cobertura de suministro de agua potable en el Municipio de Popayán logrando reducir y preferiblemente evitar afectaciones en la salud de las personas a causa del consumo de agua no apta para consumo humano.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	4
LISTA DE TABLAS.....	6
LISTA DE FIGURAS	7
INTRODUCCIÓN	8
1. OBJETIVOS	9
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	9
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	9
2. GENERALIDADES	10
2.1 FUNCIONES REFERENTES AL ÁREA DE SALUD AMBIENTAL.....	10
2.2 VIGILANCIA DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO	10
3. METODOLOGÍA.....	12
3.1 REVISIÓN DOCUMENTAL Y BIBLIOGRÁFICA	12
3.1.1 Selección de la Muestra.	12
3.2 ELABORACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN PARA INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE POPAYÁN.....	13
3.3 VISITAS DE INSPECCIÓN OCULAR A LOS ACUEDUCTOS RURALES DEL MUNICIPIO	17
3.3.1 Toma de Muestras de Agua.	18
3.4 DISEÑO DE PROGRAMAS DE FORMACIÓN Y EDUCACIÓN	20
3.4.1 Contenido del programa de capacitación y educación:.....	20
4. RESULTADOS Y SU ANALISIS.....	27
4.1 ELABORAR UN PLAN DE ACCIÓN PARA LA INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DE LA CALIDAD DE AGUA.	27
4.2 EVALUAR LA CALIDAD DE AGUA DE LOS ACUEDUCTOS VEREDALES ..	28
4.2.1 Aspectos generales de la planta de tratamiento de agua para consumo humano	29
4.2.2 Aspectos generales del sistema de distribución.....	30
4.3 CAPACITAR A LA COMUNIDAD DE LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE POPAYÁN EN TEMAS REFERENTES A LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO.	37
5. CONCLUSIONES.....	39
6. RECOMENDACIONES	40
BIBLIOGRAFÍA	41

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Listado acueductos rurales seleccionados	13
Tabla 2. Plan de acción para inspección y vigilancia de la calidad de agua en la zona rural del Municipio de Popayán	14
Tabla 3. Parámetros analizados en el Laboratorio de Salud Pública	20
Tabla 4. Actividades de mantenimiento y operativas en los sistemas de acueductos	23
Tabla 5. Variables Ambientales.....	30
Tabla 6. Resultados de laboratorio del análisis de las muestras de agua	33
Tabla 7. Parámetros fuera del rango establecido en la normatividad.....	37

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Bocatoma vereda Cajete.....	17
Figura 2. Bocatoma Vereda El Sendero.....	17
Figura 3. Conducción de agua Vereda Cajete.....	18
Figura 4. Bocatoma Vereda Santa Rosa.....	18
Figura 5. Elementos utilizados en campo para la toma de muestra de agua.....	19
Figura 6. Toma de muestra de agua para consumo humano.....	19
Figura 7. Capacitación comunidad zona rural - Vereda La Yunga.....	25
Figura 8. Capacitación comunidad zona rural - Vereda El Sendero.....	25
Figura 9. Capacitación comunidad zona rural - Vereda Cajete.....	26
Figura 10. Capacitación comunidad zona rural - Vereda Calibio.....	26

INTRODUCCIÓN

Dentro de los programas que ejecuta La Secretaria de Salud Municipal, se encuentra el de “Salud Pública”, con unos de sus subprogramas denominado “Seguridad Sanitaria y del Ambiente” cuyo objetivo es garantizar el mejoramiento de la calidad de vida de la población del Municipio de Popayán, mediante acciones individuales y colectivas, asistencia técnica, inspección, vigilancia y control haciendo uso eficiente y eficaz del recurso.

El desarrollo de la pasantía consiste en dar cumplimiento al Decreto 1575 de 2007 y sus resoluciones complementarias, el cual determina que la autoridad sanitaria, en este caso la Secretaria de Salud de Popayán, debe realizar exhaustivo y permanente control y vigilancia a través de actividades de monitoreo para la prevención de los riesgos para la salud humana causados por el consumo de agua. Para la planificación de las acciones de Inspección, Vigilancia y Control IVC de la competencia, no solo se trabajó en el control de los factores de riesgo sino también en la creación de mecanismos de autonomía y desarrollo humano, permitiéndole a la ciudadanía payanesa concertar sus propios procesos de cambio social, debatir el acceso al sistema de salud, exigir cobertura territorial y reclamar un ambiente sano.

Este trabajo requirió de un esquema de capacitación que involucró distintas visiones y experiencias encaminadas a la responsabilidad civil y la atención integral de las exigencias ambientales comunitarias dejando una herramienta metodológica con especial énfasis en la autogestión del servicio de agua y el nivel de aprendizaje en el manejo administrativo.

Finalmente, se destacan conclusiones y recomendaciones, presentando una documentación anexa que tiene como finalidad mostrar las herramientas utilizadas para la ejecución del trabajo realizado e información general sobre el estudio en campo.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

- Apoyar a la División de Salud Ambiental de la Secretaría de Salud Municipal en la inspección y vigilancia de la calidad de agua para consumo humano en la zona rural del Municipio de Popayán.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Elaborar un plan de acción para la inspección y vigilancia de la calidad de agua.
- Evaluar la calidad de agua de los acueductos veredales
- Capacitar ala comunidad de la zona rural del municipio de Popayán en temas referentes a la calidad de agua para consumo humano.

2. GENERALIDADES

De acuerdo con lo establecido en el artículo 311 de la Constitución Política de Colombia, el Municipio de Popayán, como entidad fundamental de la división política administrativa del Estado, le corresponde prestar los servicios públicos que determine la ley, construir las obras que demande el progreso local, ordenar el desarrollo de su territorio, promover la participación comunitaria, el mejoramiento social y cultural de sus habitantes y cumplir las demás funciones que le asignen la Constitución y las leyes frente a sus habitantes, dándole especial énfasis al desarrollo del ser humano como eje fundamental de la sociedad, con sentido de responsabilidad frente a las generaciones futuras, administrando los recursos públicos con justicia y equidad y con un alto sentido de pulcritud en su manejo.

Desarrollar un proceso de fortalecimiento institucional de la Administración Municipal que le permitirá atender con eficiencia, transparencia y calidad las necesidades apremiantes de la población en educación, cultura y deporte, salud, infraestructura y servicios públicos y de su hábitat en general especialmente de las personas más vulnerables, brindando además las condiciones para cultivar los valores culturales y familiares en entornos de sana convivencia, seguridad y activa participación requeridos para el esfuerzo conjunto de enfocar el reconocido talento payanés hacia el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales de nuestra meseta con el propósito de dinamizar las líneas productivas más promisorias como el turismo, las industrias limpias y tecnológicas, las agro-cadenas y nuestra excelente oferta educativa con el fin de generar el bienestar que anhelamos para todos.

2.1 FUNCIONES REFERENTES AL ÁREA DE SALUD AMBIENTAL

Elaborar los estudios para diagnosticar el estado de salud – enfermedad y elaborar el plan local de salud, efectuando su seguimiento con la participación comunitaria que establece la ley, en armonía con las políticas y programas nacionales y departamentales.

Ejercer la vigilancia y control del saneamiento ambiental y de los factores de riesgo de consumo, los cuales podrían realizarse en coordinación con otros municipios y departamentos.

2.2 VIGILANCIA DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

La complejidad del sistema de abastecimiento de agua en esas zonas está vinculada a factores locales, como las fuentes de abastecimiento disponibles, la oferta de agua, la dispersión de las viviendas, factores climáticos, etc. En algunos casos la solución adoptada es única, no existiendo alternativas más simplificadas.

Existen dificultades que son comunes en esas áreas:

- Bajo nivel socio económico de los beneficiarios;
- Limitado acceso a nuevas tecnologías;
- Limitado o nulo acceso a recursos financieros;
- Los sistemas son operados a través de organizaciones conformadas por miembros de la comunidad, lo que resulta en bajo nivel técnico de los operadores;
- Carencia de supervisión, control y apoyo técnico de instituciones públicas o empresas de agua y saneamiento de mayor tamaño.

El agua puede contener contaminantes que provocan enfermedades por su consumo, ello amerita una verificación periódica permanente de que el agua cumple con los estándares de calidad definidos en fuente y origen. Esa verificación se realiza a través de dos mecanismos: el control y la vigilancia de la calidad.

El control de la calidad lo debe realizar el abastecedor o proveedor del servicio del agua potable, mientras que la vigilancia la realiza una institución independiente, por lo general la autoridad sanitaria correspondiente.

La vigilancia de la calidad del agua es el conjunto de acciones adoptadas por la autoridad sanitaria competente para evaluar el riesgo que representa a la salud pública la calidad de agua.

Los componentes de la vigilancia de calidad de agua son:

- La correlación de la calidad física, química y microbiológica del agua con las enfermedades de origen hídrico, a fin de determinar el impacto en la salud
- El examen permanente y sistemático de la información sobre la calidad del agua y de los otros diferentes indicadores de la calidad del servicio (cobertura, cantidad, continuidad y costo), para corroborar la atención de los reglamentos establecidos.

3. METODOLOGÍA

La metodología utilizada para el cumplimiento de los objetivos del proyecto se llevó a cabo desarrollando las siguientes actividades:

- Selección de la muestra.
- Elaboración del plan de acción para inspección y vigilancia de la calidad de agua en la zona rural del Municipio de Popayán.
- Realizar visitas de inspección ocular a los acueductos seleccionados
- Tomas de muestras de agua.
- Diseño de programa de formación y educación

3.1 REVISIÓN DOCUMENTAL Y BIBLIOGRAFICA

3.1.1 Selección de la Muestra. Inicialmente para seleccionar la muestra se solicitó la información a la Corporación Autónoma Regional del Cauca CRC acerca del número y ubicación de las concesiones y acueductos de agua para consumo humano existentes en el municipio de Popayán.

Revisando esta información se encontró que la mayoría de acueductos veredales del Municipio de Popayán no cuenta con concesión de agua otorgada por la CRC. Para esta selección se tuvo en cuenta la población servida y la accesibilidad de los acueductos rurales, teniendo como resultado nueve (9) acueductos de las siguientes veredas: Los Tendidos con una población servida de 186 habitantes y un sistema de acueducto por bombeo, Julumito con una población servida de 1200 habitantes y un sistema de acueducto por bombeo, Pueblillo con una población servida de 379 habitantes y un sistema de acueducto por gravedad, La Yunga con una población servida de 130 habitantes y un sistema de acueducto por gravedad, Rio Hondo con una población servida de 215 habitantes y un sistema de acueducto por gravedad, Calibio con una población servida de 4000 habitantes y un sistema de acueducto por gravedad, El sendero con una población servida de 900 habitantes y un sistema de acueducto por gravedad, El Charco con una población servida de 388 habitantes y un sistema de acueducto por gravedad y Cajete con una población servida de 1500 habitantes y un sistema de acueducto por gravedad (ver Tabla1).

Es de anotar que el sistema de acueducto por bombeo requiere de un sistema mecánico (bomba), el cual direcciona el agua hacia la bocatoma, para finalmente ser conducida a las viviendas. Y por gravedad se refiere a la caída natural del agua, debido a que la bocatoma se encuentra en una cota mayor a la que se encuentra la población servida.

Tabla 1. Listado acueductos rurales seleccionados

ACUEDUCTO RURAL	POBLACIÓN SERVIDA (Hab)	SISTEMA DEL ACUEDUCTO
ACUEDUCTO RURAL VEREDA LOS TENDIDOS – ACUATEN	186	Bombeo
ACUEDUCTO RURAL VEREDA JULUMITO – ASOCIACION DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE JULUMITO	1200	Bombeo
ACUEDUCTO RURAL VEREDA CAJETE	1500	Gravedad
ACUEDUCTO RURAL VEREDA EL CHARCO – ACUEDUCTO LA CHORRERA	388	Gravedad
ACUEDUCTO RURAL VEREDA RIO HONDO	215	Gravedad
ACUEDUCTO RURAL VEREDA LA YUNGA	130	Gravedad
ACUEDUCTO RURAL VEREDA PUEBLILLO - CANDAMO	379	Gravedad
ACUEDUCTO RURAL VEREDA EL SENDERO – ASOSENDERO	900	Gravedad
ACUEDUCTO RURAL VEREDA CALIBIO – ASOCIACION DE ACUEDUCTO INTERVEREDAL CORREGIMIENTO DE CALIBIO	4000	Gravedad

Fuente: Elaboración propia

3.2 ELABORACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN PARA INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE POPAYÁN.

Un plan de acción es una presentación resumida de las tareas que deben realizarse en un plazo de tiempo específico, haciendo un seguimiento permanente de cumplimiento, con el fin de lograr un objetivo general.

A continuación se muestra el plan de acción elaborado, el cual consta de las actividades macros a realizar, su meta, la descripción, indicador de medida y la medición de cumplimiento. Así mismo se estableció el cronograma para cada actividad macro, el cual comprende la(s) tarea(s) a realizar para el cumplimiento de esta; marcando el tiempo previsto para su realización.

Tabla 2. Plan de acción para inspección y vigilancia de la calidad de agua en la zona rural del Municipio de Popayán

OBJETIVO GENERAL: Apoyar a la División de Salud Ambiental de la Secretaría de Salud Municipal en la inspección y vigilancia de la calidad de agua para consumo humano en la zona rural del Municipio de Popayán											
ACTIVIDAD 1	META	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	INDICADOR DE MEDICIÓN	MEDICIÓN DE CUMPLIMIENTO						
					JUN	JUL	AGOST	SEPT	OCT	NOV	DIC
Realizar visitas de inspección ocular a los acueductos rurales del Municipio	Realizar la inspección sanitaria correspondiente a los acueductos de 9 veredas de la zona rural del Municipio de Popayán	Llevar a cabo la inspección sanitaria en las siguientes veredas del Municipio de Popayán, soportando con el diligenciamiento de un formato basado en las exigencias normativas: 1. Los Tendidos, 2. Julumito, 3. Pueblillo, 4. La Yunga, 5. Rio Hondo, 6. Calibio, 7. El sendero, 8. El Charco 9. Cajete	Número	Nro de inspecciones sanitarias realizadas/ Nro de inspecciones sanitarias programadas		4	5				
						44,4%	100%				
	<u>CRONOGRAMA</u>				JUN	JUL	AGOST	SEPT	OCT	NOV	DIC
	Coordinar y programar visita de inspeccion sanitaria con los administradores de los acueductos seleccionados			X							
	Realizar un cronograma de visitas a los acueductos seleccionados según lo establecido en la coordinacion con los administradores			X							
	Llevar a cabo visitas de inspeccion sanitaria a cada uno de los acueductos seleccionados en compañía de un miembro de la junta administradora del acueducto				x	x					

Fuente: elaboración propia

ACTIVIDAD 2	META	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	INDICADOR DE MEDICIÓN	MEDICIÓN DE CUMPLIMIENTO						
					JUN	JUL	AGOST	SEPT	OCT	NOV	DIC
Toma de muestras de agua	Realizar un total de 34 tomas de muestras distribuidos en los acueductos seleccionados	Teniendo en cuenta que la frecuencia de la toma de muestras de agua depende de la población beneficiada por acueducto, se realizará el siguiente número de tomas de muestras: Los Tendidos: 4; Julumito: 4; Pueblillo: 5; La Yunga: 2; Río Hondo 3; Calibío: 5; El sendero: 4; El Charco 4; Cajete: 3	Número	Nro de tomas de muestras realizadas/ Nro de tomas de muestras programadas				8	19	7	
								23,55%	79%	100%	
	<u>CRONOGRAMA</u>				JUN	JUL	AGOST	SEPT	OCT	NOV	DIC
	Reunir a los administradores de los acueductos seleccionados, con el fin de concertar los puntos de muestreo de agua, como lo indica el Decreto 1575 de 2007						x				
	Elaboración de un protocolo de tomas de muestras de agua basados en los que exige la normatividad						x				
	Realizar la toma de muestras según la disponibilidad y programación que el Laboratorio de Salud Pública genere mes a mes							x	x	x	
Evaluación y análisis de los resultados de las muestras de agua								x	x		

Fuente: elaboración propia

ACTIVIDAD 3	META	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	INDICADOR DE MEDICIÓN	MEDICIÓN DE CUMPLIMIENTO							
Llevar a cabo programas de formación y educación	Dictar un total de 3 jornadas de capacitaciones a grupos veredales	Para el desarrollo de este programa se dictara una jornada de capacitación por grupos veredales, distribuidos así: Grupo 1: Cajete, La Yunga, Rio Hondo, El Charco, Julumito y Los Tendidos, jornada realizada en la Vereda de Cajete.	Número	Nro de capacitaciones realizadas/ Nro de capacitaciones programadas	JUN	JUL	AGOST	SEPT	OCT	NOV	DIC	
		Grupo 2: El Sendero y Pueblillo, realizada en la vereda El Sendero Grupo 3: Calibio Teniendo en cuenta los siguientes temas a tratar: Sistemas de abastecimiento de agua no convencionales, tratamientos de agua intradomiciliarios, enfermedades producidas por el agua										3
					Porcentaje de cumplimiento							100%
	<u>CRONOGRAMA</u>					JUN	JUL	AGOST	SEPT	OCT	NOV	DIC
	Programar reunión de capacitación con líderes comunitarios de la zona rural del Municipio de Popayan										x	
	Desarrollo de la jornada de capacitación al Grupo 1:											x
	Desarrollo de la jornada de capacitación al Grupo 2:											x
Desarrollo de la jornada de capacitación al Grupo 3:											x	

Fuente: elaboración propia

3.3 VISITAS DE INSPECCIÓN OCULAR A LOS ACUEDUCTOS RURALES DEL MUNICIPIO

Estas visitas fueron realizadas con el objetivo de verificar el estado de los acueductos en cuanto a infraestructura, además de observar posibles causas de contaminación a la fuente hídrica.

Una vez programada la visita con el administrador del acueducto, se visitó la vereda donde estese ubica. Inicialmente se obtiene la información general del acueducto y posterior a esto se hace el recorrido hasta la bocatoma para observar y evaluar el sistema de acueducto que se tenga, según el formato de inspección sanitaria de la Secretaria de Salud (Anexo 1)

Figura 1. Bocatoma vereda Cajete



Figura 2. Bocatoma Vereda El Sendero



Figura 3. Conducción de agua Vereda Cajete



Figura 4. Bocatoma Vereda Santa Rosa



Fuente: elaboración propia

3.3.1 Toma de Muestras de Agua. Inicialmente se revisó la bibliografía y la normatividad vigente que rige el tema de vigilancia y control de calidad de agua para consumo humano y de este estudio se elaboró un protocolo de toma de muestras de agua para consumo humano con el fin de crear una herramienta que sea utilizada por cualquier funcionario que realice dicha actividad. Este protocolo fue un documento fundamental para iniciar el proceso de toma de muestras (Anexo2).

La frecuencia de toma de muestras se realizó basándose en lo establecido en la Resolución 811 de 2008, y teniendo en cuenta que la población servida por los acueductos rurales es relativamente poca debido a que la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán S.A E.S.P distribuye el servicio de agua potable a aproximadamente el 87% de la población total del municipio, además de eso, otra fuente de agua para consumo humano en la zona rural son los aljibes, teniendo como

número de muestras por veredas lo siguiente: Los Tendidos: 4; Julumito: 4; Pueblillo: 5; La Yunga: 2; Rio Hondo 3; Calibio: 5; El sendero: 4; El Charco 4; Cajete: 3, una vez definido el número de muestras por acueducto, se procedió a realizar un acta de concertación de puntos de muestreo con el representante de cada uno de los acueductos con el fin de definir los puntos en los cuales se tomó la muestra, cumpliendo con lo establecido en la Resolución 811 de 2008 (Anexo 3)

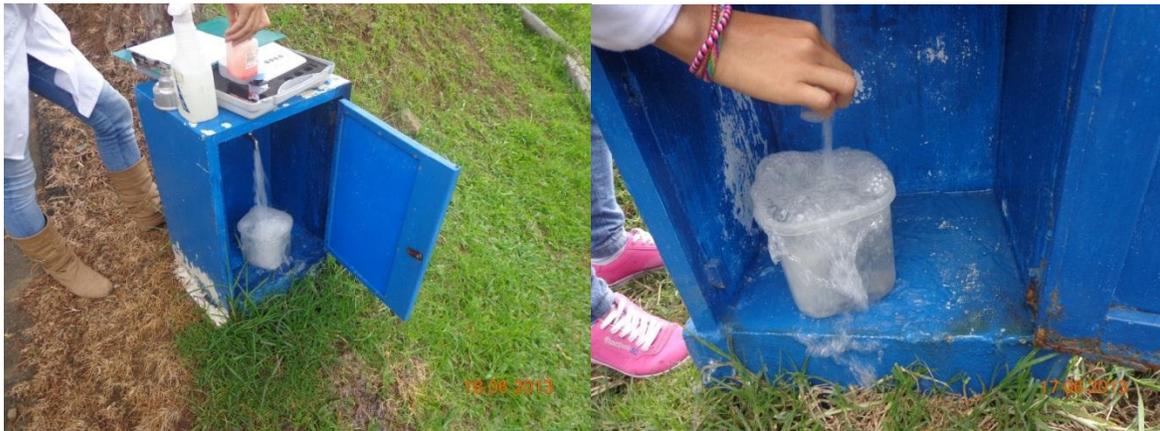
Los muestreos a acueductos los programó el Laboratorio de Salud Pública, enviado mediante correo electrónico el cronograma del mes a mes de la programación (Anexo 4).

Figura 5. Elementos utilizados en campo para la toma de muestra de agua



Fuente Elaboración Propia

Figura 6. Toma de muestra de agua para consumo humano



Fuente Elaboración Propia

Una vez tomadas las muestras, estas son llevadas al Laboratorio de Salud Pública, entidad que emitió el resultado de los análisis obtenidos y se procedió a realizar el análisis (El análisis de resultados se describe en el punto 4), teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

Tabla 3. Parámetros analizados en el Laboratorio de Salud Pública

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	VALOR ACEPTABLE RES. 2115/2007
Color Aparente	Fotométrico	UPC	<= 15
Turbiedad	Nefelométrico	NTU	<= 2
pH	Electrométrico	Unidades de pH	>= 6.5 y <= 9
Cloro Res. Libre	Volumétrico DPD/FAS	mg Cl ₂ /L	>= 0.3 y <= 2
Alcalinidad Total	Volumétrico	mg CaCO ₃ /L	<= 200
Dureza Total	Volumétrico EDTA	mg CaCO ₃ /L	<= 300
Calcio	Fotométrico	mg Ca/L	<60
Magnesio	Fotométrico	mg Mg/L	<=36
Cloruros	Argentométrico	mg Cl ⁻ /L	<=250
Coliformes totales	Sustratodefinido	UFC/100 ml	=0
E. Coli	Sustratodefinido	UFC/100 ml	=0

Fuente: Laboratorio de Salud Pública

3.4 DISEÑO DE PROGRAMAS DE FORMACIÓN Y EDUCACIÓN

El asesoramiento y capacitación a la comunidad de la zona rural del Municipio de Popayán en estrategias domiciliarias respecto a la potabilización de agua, requirió de un esquema de capacitación que involucró distintas visiones y experiencias encaminadas a la responsabilidad civil y la atención integral de las exigencias ambientales comunitarias. El programa de asesoramiento trató del análisis de los errores socioambientales, dentro de los cuales se tuvo por ejemplo la contaminación del agua subterránea y la disposición de grandes cantidades de residuos sólidos sobre los cuerpos de agua superficial.

3.4.1 Contenido del programa de capacitación y educación:

Recomendaciones para el uso adecuado del agua

- Tomar duchas, y no baños largos.
- Cerrar el grifo mientras se hace el cepillado de los dientes, por ejemplo, se puede utilizar un vaso, pues se calcula que esto ahorra 19 litros de agua al año por persona.
- Reparar los grifos en mal estado de manera inmediata, esto ahorra cerca de 180 litros de agua al año.
- Descongelar los alimentos sacándolos del congelador con anticipación, mas no con la llave abierta.
- Lavar las verduras en una vasija.

- Cerrar la llave mientras se enjabona los platos.
- Reportar al fontanero cualquier fuga por insignificante que sea.
- Revisar con el fontanero periódicamente las instalaciones de agua.
- Utilizar un balde para el lavado de pisos e interiores, y no una manguera.
- Lavar la ropa cuando haya suficiente, esto ahorra cerca de 80 litros.
- Utilizar agua lluvia para lavar pisos y andenes, entre otros.
- Emplear escoba y traperos para limpiar patios y terrazas, son mejores que la manguera.
- Remojar previamente la ropa más sucia.
- Sostener menos de un segundo las manijas de los sanitarios, este es el tiempo necesario para que ellos descarguen adecuadamente.
- Revisar permanentemente los consumos de agua comparando los recibos de este servicio para lograr un control de ahorro eficiente.
- Regar las matas muy temprano o cuando ya haya caído la tarde, sobretodo en días de alta temperatura. También, recoger agua de lluvia para regar las matas.

Desinfección doméstica del agua a través de la cloración

La cloración es el nombre que se le da al procedimiento para desinfectar el agua utilizando el cloro o algunos de sus derivados, como los hipocloritos de calcio o de sodio.

Los compuestos que tienen cloro poseen gran poder destructivo sobre los microorganismos presentes en el agua, causantes de enfermedades.

El cloro se encuentra en varias presentaciones:

- **Hipoclorito de sodio:** Es un líquido transparente de color amarillo ámbar. Se suministra en garrafas plásticas hasta de 55 galones.

- **Hipoclorito de calcio:** Es un producto seco, granulado o en polvo, de color blanco. Se comercializa en tambores metálicos o bolsas plásticas con concentraciones entre el 30 y el 65% de cloro activo. Para su aplicación se prepara una solución.

- **Cloro gaseoso:** Es un gas amarillo verdoso utilizado generalmente en las plantas de tratamiento de los acueductos convencionales.

Para la desinfección doméstica del agua, la presentación más usada es el hipoclorito de calcio, por su fácil aplicación, su costo relativamente bajo, y su efectiva acción contra bacterias y virus presentes en el agua.

El hipoclorito de calcio se puede obtener en algunas farmacias o establecimientos distribuidores de productos químicos.

Procedimiento

Materiales

Un recipiente plástico de 20 litros o 5 galones.
Una botella de cerveza de 250 cc con tapón de caucho o corcho.
Un frasco pequeño color oscuro para almacenar el cloro.
Una cuchara sopera.
Una cucharita cafetera.

Pasos a seguir

1. Lave muy bien los materiales a utilizar.
2. Rotule el frasco pequeño con la leyenda 'Polvo desinfectante, cloro'.
3. Tome del polvo desinfectante (cloro) una cucharadita a ras.
4. Vacíe el polvo en la botella de cerveza pequeña.
5. Llene la botella de cerveza con agua.
6. Tape la botella y agítela durante tres (3) minutos.
7. Deje reposar el líquido (la solución de cloro) durante una hora.
8. Sin agitar la botella que contiene la solución de cloro, llene una cuchara sopera y vacíela en el recipiente de 20 litros.
9. Llene el recipiente de 20 litros con agua y agítelo durante 3 minutos; deje reposar media hora. El agua ya se encuentra lista para el consumo.

Observaciones generales

Dependiendo de la concentración en que se encuentre el cloro en el mercado, a continuación se muestra una tabla con las cantidades necesarias que deben emplearse para preparar la solución desinfectante en la botella de cerveza.

% cloro	30	35	40	65
Número de cucharaditas				
que deben colocarse				
en la botella de cerveza	2½	2	1½	1

La solución de cloro preparada en la botella de cerveza debe ser utilizada antes de siete días. Si sobra solución, elimínela, ya que después de este tiempo ha perdido concentración y no es efectiva para la destrucción de los organismos patógenos.

Almacene el cloro en lugar fresco y donde no penetre la luz.

Tabla 4. Actividades de mantenimiento y operativas en los sistemas de acueductos

Componente	Usualmente	Actividad periódica o permanente	Recurso humano e Instrumentos de apoyo	Recomendaciones
Fuente	Inspección de la cuenca y limpieza manual.	Inspección general; chequeo vertimientos aguas negras; análisis de la calidad del agua; ejecución obras de protección cuenca (prevención y mitigación); cumplimiento normas de ordenamiento territorial.	Fontanero; capacitación y compromiso de la comunidad; registro de información; consulta estudios, medición caudales (mínimos máximos), comportamientos (cloro, turbiedad), registros (verano, invierno).	Mantenimiento preventivo: permanente. Mantenimiento correctivo: según ocurrencia.
Captación	Movimientos de válvulas y compuertas, limpieza rejilla.	Manejo accesorios; revisión estado físico y de funcionamiento; -limpieza de rejilla, canal de acceso, caja de válvulas, caja de derivación (retiro arena y otros elementos); pintura accesorios.	Fontanero; registro de información en libros, bitácoras o formularios, herramienta menor (palas, palustres, etc.) y equipos.	Mantenimiento preventivo: limpieza de la estructura de la rejilla mínimo una vez al año. Mantenimiento correctivo: según ocurrencia.
Conducción	Recorrido línea; limpieza cajas de válvulas.	Inspección y operación válvulas de purga, ventosas y otras estructuras (cámaras de quiebre de presión); revisión fugas; evaluación estabilidad terreno; protección contra la intemperie (tubería en pasos elevados, quebradas, puentes, etc.); control de presiones (mediciones) y chequeo conexiones clandestinas.	Fontanero; capacitación y compromiso de la comunidad; registro de información en libros, bitácoras o formularios; herramienta menor (picas, palas, etc.); contratación obras; disponibilidad de accesorios (codos, válvulas, uniones, etc.) y tuberías; cumplimiento normas técnicas de diseño y construcción.	Mantenimiento preventivo: inspección diaria de la red; operación válvulas de purga cuando se detecte una disminución de caudales. Mantenimiento correctivo: periódicamente.
Almacenamiento	Cierre y apertura de válvulas	Lavado y desinfección; cada operación de lavado	Fontanero; herramienta menor; insumos	Mantenimiento preventivo: lavado tanque, mínimo una

	(entrada y salida); control de llenado y desocupado; retiro de sedimentos.	debe ir seguida de una desinfección. Las paredes y el piso deben desinfectarse con una solución de hipoclorito de sodio, con una concentración de 50 ppm (partes por millón) de cloro, en contacto durante 24 horas. Mantenimiento válvulas y accesorios (pintura); revisión de flotadores (si existen), tuberías de rebose y lavado; chequeo niveles en el tanque; detección y control de filtraciones; impermeabilización con productos autorizados por Minsalud; protección estructura (cerramiento).	químicos; registro de información.	vez al año o según estado de los sedimentos. Mantenimiento correctivo: periódico.
Redes de distribución	Operación por sectores; cierre y apertura válvulas; registro, presión y mantenimiento general.	Localización y clasificación de daños; detección y control de fugas; control contaminación redes; reparación daños; renovación tuberías (por edad o estado de funcionamiento); revisión hidrantes; verificación funcionamiento de la red (terreno cedido, uniones desalojadas, instalaciones clandestinas, válvulas trabadas, falta de manijas, cajas inundadas o con sedimento, escapes en uniones, tornillería suelta, etc.); drenaje y limpieza cajas;	Personal técnico calificado; registro de información (clasificación de daños); catastro de red (planos actualizados); manuales (operación y mantenimiento de equipos, accesorios); planos o esquemas de esquinas, normas técnicas de construcción; equipos y herramienta menor (llaves de tubo, registros y acoples, alicates, martillos, marcos y seguetas, mechero, flexómetro, terraja,	Mantenimiento preventivo: mensualmente purga de la red en horas de bajo consumo (noche). Mantenimiento correctivo: según frecuencia de ocurrencia.

		engrase mecanismos de operación.	de etc.); disponibilidad de tuberías y accesorios; equipos de detección y control de fugas; información a los usuarios sobre las zonas afectadas (boletines, medios de comunicación).	
--	--	--	--	--

Figura 7. Capacitación comunidad zona rural - VeredaLa Yunga



Fuente: elaboración propia

Figura 8. Capacitación comunidad zona rural - VeredaEl Sendero



Fuente: elaboración propia

Figura 9. Capacitación comunidad zona rural - VeredaCajete



Fuente: elaboración propia

Figura 10. Capacitación comunidad zona rural - VeredaCalibio



Fuente: elaboración propia

4. RESULTADOS Y SU ANALISIS

A continuación se realizará el análisis de los resultados obtenidos en cada uno de los objetivos:

4.1 ELABORAR UN PLAN DE ACCIÓN PARA LA INSPECCIÓN Y VIGILANCIA DE LA CALIDAD DE AGUA.

Teniendo en cuenta el plan de acción elaborado, el tiempo requerido para cumplir a cabalidad con la ejecución de este proyecto son siete (7) meses, y se determinó la ejecución de tres (3) actividades macro cada una con tareas y tiempo específico para el cumplimiento óptimo del Objetivo General.

- Actividad 1: Realizar visitas de inspección ocular a los acueductos rurales del Municipio, la cual consta de tres tareas específicas para su cumplimiento (Coordinar y programar visita de inspección sanitaria con los administradores de los acueductos seleccionados), elaborar un cronograma de visitas a los acueductos seleccionados según lo establecido en la coordinación con los administradores, y llevar a cabo visitas de inspección sanitaria a cada uno de los acueductos en compañía de un miembro de la junta administradora del acueducto), con una duración para su ejecución de tres (3) meses, iniciando en el mes de Junio y finalizando en el mes de Agosto.
- Actividad 2: Toma de muestras de agua implica llevar a cabo cuatro (4) tareas (reunirse con los administradores de los acueductos seleccionados, con el fin de concertar los puntos de muestreo de agua, como lo indica el Decreto 1575 de 2007, elaboración de un protocolo de tomas de muestras de agua basados en los que exige la normatividad, realizar la toma de muestras según la disponibilidad y programación que el Laboratorio de Salud Pública genere mes a mes y evaluación y análisis de los resultados de las muestras de agua), con una duración de cuatro (4) meses, iniciando en el mes de Agosto hasta Noviembre.
- Actividad 3: Las jornadas de capacitación se realizaron de la siguiente manera: se dividieron en 3 grupos veredales (Grupo 1: Cajete, La Yunga, Rio Hondo, El Charco, Julumito y Los Tendidos, jornada realizada en la Vereda de Cajete; Grupo 2: El Sendero y Pueblillo, realizada en la vereda El Sendero; Grupo 3: Calibio) teniendo en cuenta los siguientes temas a tratar en cada grupo: Sistemas de abastecimiento de agua no convencionales, tratamientos de agua intradomiciliarios y enfermedades producidas por el agua, con una duración de 2 meses aproximadamente, iniciando en el mes de Noviembre y finalizando en Diciembre.

4.2 EVALUAR LA CALIDAD DE AGUA DE LOS ACUEDUCTOS VEREDALES

Las microcuencas abastecedoras de los acueductos estudiados están ubicadas en la parte alta de las veredas, y a pesar que el cultivo que predomina en el municipio de Popayán es el café, esteno es cercano a los nacimientos del cuerpo de agua en estos sectores, por tanto no afecta la calidad hídrica, diferente ocurre con la ganadería, pues los animales pueden llegar hasta las instalaciones de la bocatoma de los acueductos estudiados, contaminando la fuente con estiércol, pantano y otros, esto a causa de la falta de cercos de protección de las estructuras.

La comunidad presenta problemas en invierno por la creciente turbiedad que presenta el agua, al no contar con desarenadores, esta agua llega demasiado turbia a la comunidad, la cual como medida de limpieza incrementa el consumo energético, hirviendo el agua. En verano las fuentes se reducen, pero con ello no trae problemas a la comunidad ya que la cantidad de agua es siempre suficiente en los nacimientos.

Estos sistemas son de gran importancia para las comunidades rurales, ya que es la única fuente de abastecimiento hídrico que llega a los hogares; en las visitas de inspección se observó que muchas veces estos sistemas no son tan efectivos y almacenan el líquido en tanques, los cuales suministran a la población el preciado líquido.

Bocatoma.

Esta estructura en todos los acueductos está en funcionamiento hace más de diez años en unas condiciones deficientes, ya que la acumulación de lodos incrementa la turbiedad del servicio y desde la bocatoma llega el agua a las casas sin pasar por ningún otro sistema, solo el dealmacenamiento.

A la rejilla que impide el paso de sólidos mayores no se le hace limpieza constante por lo cual la hojarasca a veces obstruye el flujo de agua, en época de invierno estas problemáticas aumentan por el aumento del caudal que consigo trae obstrucciones en la rejilla de la bocatoma.

Almacenamiento.

Se identificó también, que los tanques de almacenamiento son estructuras construidas hace muchos años y presentas problemas de filtración, lo cual produce una pérdida del aguagenerando un lodazal alrededor de la estructura que dificulta el acceso, sumado a esto la tubería saliente presenta diversos empates en varias partes variando los diámetros de la misma.

En los tanques no se realiza mantenimiento alguno, a no ser que se suspenda el agua por taponamiento de la tubería, pero en lo que se refiere a limpieza y desinfección no se realiza.

En los acueductos no se realiza cloración, dado que no cuentan con la estructura necesaria para la implementación de este método de purificación del agua, como la caseta de cloración, la caneca de mezcla y el dosificador.

Conducción

La tubería de conducción es manguera de polietileno que pasa por varios diámetros, causando problemas de filtración, los cuales sobrecargan hídricamente los terrenos produciendo movimientos en masa. Hay tramos de la tubería cerca del tanque de almacenamiento que se encuentran destapadas por la dificultad del terreno para acometerlas en rasante.

A continuación se describen los ítems analizados del acta, los cuales al momento de la evaluación se encontró que los (9) nueve acueductos presentan problemas similares:

4.2.1 Aspectos generales de la planta de tratamiento de agua para consumo humano

Vías de acceso en buen estado: la llegada a las bocatomas de los acueductos de estudio, es en la parte alta de cada una de las quebradas que surte al acueducto, en su mayoría son de fácil acceso aunque a distancias largas por recorrer.

Debido a la carencia en común de todos los acueductos de la zona rural del municipio de una planta de tratamiento que garantice la potabilización del agua para consumo humano, se infiere que la calidad de agua para consumo NO es apta.

Instrumentación de la planta de tratamiento de agua para consumo humano: los acueductos de estudio no cuentan con instrumentos y equipos para realizar mediciones de caudal y de parámetros fisicoquímicos del agua con el fin de determinar la cantidad de desinfectante y/o el tipo de tratamiento que debe hacerse.

Seguridad industrial y salud ocupacional: el personal que operan el acueducto, son personas no capacitadas por entidades certificadas, como lo indica la norma, sin embargo los fontaneros manifestaron tener la experiencia suficiente para el manejo del acueducto. Cabe anotar que esto no garantiza el buen funcionamiento del sistema con el que se cuenta, además de esto, no cuentan con elementos de protección que se deben usar al realizar las actividades propias de limpieza.

Manejo de la información y comunicaciones: la información que manejan los integrantes del acueducto es básicamente las tarifas que deben cobrar a los usuarios del acueducto. No cuentan con un registro de la información del acueducto, ni mucho menos con un manual de funciones que garantice la buena administración del acueducto, esto conlleva a un desorden organizacional que se ve reflejado en el descuido y mal uso del agua

Laboratorios para control de procesos de calidad del agua para consumo humano distribuida: ninguno de los acueductos cuenta con el mínimo espacio para realizar análisis de calidad de agua, además es innecesario pues de antemano se

sabe, por no contar con planta de tratamiento, que el agua no es apta para consumo humano.

4.2.2 Aspectos generales del sistema de distribución.

Estado operativo del sistema de distribución: inicialmente es importante aclarar que ningún acueducto cuenta con planos de construcción de las bocatomas, del sistema primario (desarenador) que se utiliza, ni de la red de distribución. Estas construcciones y adecuaciones de tubería se conocen por la experiencia de los operadores en el acueducto, lo cual es un problema pues en el momento de fallas en la red de distribución del agua, es difícil encontrar el punto para poderlo solucionar.

Mantenimiento de la red de distribución: el personal encargado para realizarle mantenimiento al sistema de distribución de agua no está certificado por competencias laborales, son personas de la región que han adquirido el conocimiento a través de la experiencia, pero que no utilizan ninguna clase de protección para realizar las labores de mantenimiento, lo cual genera riesgos para el como para la calidad de agua de consumo.

Control de calidad de agua distribuida: en los acueductos de la zona rural del municipio no se realizan ningún tipo de análisis de la calidad de agua, no se realiza limpieza y desinfección de los tanques de almacenamiento, siendo este otro factor que disminuye la calidad del agua que finalmente es distribuida a las viviendas.

A continuación en la siguiente tabla se muestra las variables ambientales encontradas en los acueductos rurales, que impactan la calidad en la prestación del servicio.

Tabla 5. Variables Ambientales

VARIABLE AMBIENTAL	DEFICNICION
No Adquisición de predios	Los terrenos de las microcuencas y aquellos donde se establece las estructuras del acueducto no pertenecen a la colectividad beneficiada del servicio hídrico, sus propietarios son pocos usuarios o en la mayoría de veces ningún beneficiario del acueducto es propietario del terreno.
Deforestación.	Los terrenos de la parte alta de las microcuencas son utilizados para cultivos, y ganadería, no son conservados ni protegida su vegetación natural.
Turbiedad	En épocas de invierno, el suelo al no tener protección ni retención de vegetación genera turbiedad por la alta escorrentía que genera arrastre de suelos
Inestabilidad de terrenos	Los terrenos en que se encuentran las estructuras del acueducto por la carencia de protección y retención vegetal del suelo, presentan deslizamientos que comprometen la infraestructura, sumado a esto las pendientes pueden ayudar a acelerar los procesos.
Asentamientos humanos.	En algunas partes de las microcuencas se encuentran vivienda, esto impacta negativamente la microcuenca ya que muchas de estas viviendas no cuentan con sistemas de tratamiento de aguas residuales y la producción no es limpia.

Falta de educación ambiental.	La comunidad no cuenta con una educación que permita una apropiación del sistema.
Inadecuada administración.	Los acueductos no tienen un enfoque administrativo óptimo que permita gestionar el desarrollo.
Falta de Grupos Ecológicos.	En los acueductos no se presentan agrupaciones que velen por la estabilidad y el mejoramiento de la microcuenca, diferentes a las estructuras organizacionales administrativas del acueducto.
Falta de participación y desarticulación Institucional.	Las instituciones gubernamentales y no gubernamentales encargadas de los acueductos rurales no trabajan en articulación limitando los alcances de acción y con carencia de prioridades
Falta de Políticas de inversión	No existen políticas claras para la inversión en agua potable y saneamiento básico en el sector rural
Direccionalidad de recursos	El estado encamina financiamiento que se pierde por la inadecuada direccionalidad de los recursos en el municipio.
Normatividad Inadecuada.	No existe una normatividad clara para el sector de agua potable en el área rural, que facilite su desarrollo
Falta de fondos Administrativos	No hay políticas claras para la aplicación de tarifas en las asociaciones de acueductos rurales, que permitan una operación y mantenimiento de la infraestructura
Dependencia Externa.	Existe una gran dependencia externa por parte de las asociaciones de acueductos rurales
Falta de investigación	En el municipio no se cuenta con planes, programas ni proyectos que permitan un conocimiento en pro del mejoramiento.
Estructuras Insuficientes	Los acueductos cuentan con estructuras antiguas y con deficiencias para la prestación de un servicio óptimo a la comunidad.
Falta de Sistemas de purificación	Deficiente tratamiento del agua potable en el sector rural, en ningún acueducto se realiza el proceso de desinfección.
Contaminación Hídrica.	Dado los cultivos que se encuentran cerca de la fuente hídrica, se presentan por escorrentía contaminación con químicos utilizados en el proceso de producción.
Comunidad Apática.	La comunidad que se beneficia del acueducto no se hace responsable del mantenimiento, administración ni desarrollo del acueducto.
Sectorización Política.	El funcionamiento del acueducto se permea por los movimientos políticos y por las diferentes administraciones.

Fuente: elaboración propia

Para tener la certeza de la calidad de agua después de las visitas de inspección a los sistemas de acueducto estudiados, y realizada la toma de muestras, se evaluaron los siguientes parámetros para análisis en el laboratorio de las muestras de agua, los cuales se definen a continuación:

COLOR APARENTE: Es el color que presenta el agua en el momento de su recolección sin haber pasado por un filtro de 0.45 micras

TURBIDEZ: Es la dificultad del agua para transmitir la luz debido a materiales insolubles en suspensión, coloidales o muy finos y que se presentan principalmente en aguas superficiales, en general son muy difíciles de filtrar y pueden dar lugar a depósitos en las conducciones.

pH: mide la naturaleza ácida o alcalina de la solución acuosa.

ALCALINIDAD: La alcalinidad es una medida de neutralizar ácidos. Su presencia en el agua puede producir CO₂ en el vapor de calderas que es muy corrosivo y también puede producir espumas, arrastre de sólidos con el vapor de calderas, etc

DUREZA CALCICA: es debida a la presencia de sales de calcio y magnesio y mide la capacidad de un agua para producir incrustaciones.

MAGNESIO: Su aparición en el agua potable con varios centenares de ppm provoca un sabor amargo y efectos laxantes.

COLORO RESIDUAL LIBRE: Es aquella porción que queda en el agua después de un período de contacto definido, que reacciona química y biológicamente como ácido hipocloroso o como ión hipoclorito.

COLIFORMES: Es un indicador de contaminación microbiológica del agua para consumo humano

ESCHERICHIA COLI: Es el indicador microbiológico preciso de contaminación fecal en el agua para consumo humano.

En la Tabla 6, se muestran los resultados obtenidos en el análisis de las muestras de agua en los nueve (9) acueductos seleccionados teniendo en cuenta los parámetros descritos

Tabla 6. Resultados de laboratorio del análisis de las muestras de agua

VEREDA LOS TENDIDOS												
Nº	Fecha	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)	pH	Cl (mg Cl ₂ /L)	Alcalinidad (mg CaCO ₃ /L)	Dur. Cálcida (mg Ca/L)	Mg (mg Mg/L)	Dur Total (mg CaCO ₃ /L)	Cloruros (mg Cl-/L)	Col totales (ufc/100 ml)	E. coli (ufc/100 ml)
1	18/09/2014	13,00	1,37	7,98	0,00	8,00	4,01	16,00	20,00	3,90	325,50	95,90
2	18/09/2014										2419,20	178,20
3	18/09/2014										2419,20	148,70
4	18/09/2014	13,00	1,67	8,00	0,00	9,00	3,21	20,80	24,00	4,96	866,40	160,70
PROMEDIO		13,00	1,52	7,99	0,00	8,50	3,61	18,40	22,00	4,43	1507,58	145,88
VEREDA JULUMITO												
Nº	Fecha	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)	pH	Cl (mg Cl ₂ /L)	Alcalinidad (mg CaCO ₃ /L)	Dur. Cálcida (mg Ca/L)	Mg (mg Mg/L)	Dur Total (mg CaCO ₃ /L)	Cloruros (mg Cl-/L)	Col totales (ufc/100 ml)	E. coli (ufc/100 ml)
5	25/09/2014	53,00	7,02	7,91	0,00	9,00	8,02	24,00	32,00	8,86	387,30	98,50
6	25/09/2014										2419,20	365,40
7	25/09/2014										2419,20	209,80
8	25/09/2014	49,00	7,83	8,05	0,00	12,00	4,81	21,20	26,00	7,09	2419,20	344,80
PROMEDIO		51,00	7,43	7,98	0,00	10,50	6,41	22,60	29,00	7,98	1911,23	254,63
VEREDA PUEBILLO												
Nº	Fecha	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)	pH	Cl (mg Cl ₂ /L)	Alcalinidad (mg CaCO ₃ /L)	Dur. Cálcida (mg Ca/L)	Mg (mg Mg/L)	Dur Total (mg CaCO ₃ /L)	Cloruros (mg Cl-/L)	Col totales (ufc/100 ml)	E. coli (ufc/100 ml)
9	23/10/2014	4,00	4,47	7,90	0,00	18,00	3,21	10,79	14,00	3,90	436,60	222,40
10	23/10/2014	15,00	5,27	8,06	0,00	18,00	3,21	12,79	16,00	3,90	304,40	214,20
11	23/10/2014	14,00	5,66	7,89	0,00	16,00	2,40	11,60	14,00	4,25	920,80	325,50
12	23/10/2014										980,40	472,10
13	23/10/2014										372,50	372,50
PROMEDIO		11,00	5,13	7,95	0,00	17,33	2,94	11,73	14,67	4,02	602,94	321,34

VEREDA LA YUNGA												
Nº	Fecha	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)	pH	Cl (mg Cl ₂ /L)	Alcalinidad (mg CaCO ₃ /L)	Dur. Cálctica (mg Ca/L)	Mg (mg Mg/L)	Dur Total (mg CaCO ₃ /L)	Cloruros (mg Cl-/L)	Col totales (ufc/100 ml)	E. coli (ufc/100 ml)
14	09/10/2014	2,00	1,47	6,58	0,00	10,00	1,60	18,40	20,00	10,64	38,30	1,00
15	09/10/2014										165,00	5,20
PROMEDIO											101,65	3,10
VEREDA RIO HONDO												
Nº	Fecha	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)	pH	Cl (mg Cl ₂ /L)	Alcalinidad (mg CaCO ₃ /L)	Dur. Cálctica (mg Ca/L)	Mg (mg Mg/L)	Dur Total (mg CaCO ₃ /L)	Cloruros (mg Cl-/L)	Col totales (ufc/100 ml)	E. coli (ufc/100 ml)
16	09/10/2014	3,00	0,56	6,62	0,00	16,00	1,60	14,40	16,00	5,67	178,50	32,40
17	09/10/2014										220,20	21,50
18	09/10/2014	10,00	4,54	6,63	0,00	18,00	0,80	13,20	14,00	4,96	53,70	15,80
PROMEDIO		6,50	2,55	6,63	0,00	17,00	1,20	13,80	15,00	5,32	150,80	23,23
VEREDA CALIBIO												
Nº	Fecha	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)	pH	Cl (mg Cl ₂ /L)	Alcalinidad (mg CaCO ₃ /L)	Dur. Cálctica (mg Ca/L)	Mg (mg Mg/L)	Dur Total (mg CaCO ₃ /L)	Cloruros (mg Cl-/L)	Col totales (ufc/100 ml)	E. coli (ufc/100 ml)
19	16/10/2014	15,00	0,33	7,15	0,00	13,00	2,40	25,60	28,00	4,61	95,90	39,90
20	16/10/2014										334,80	224,70
21	16/10/2014										172,30	65,00
22	16/10/2014										112,60	90,50
23	16/10/2014	3,00	2,69	7,02	0,00	19,00	2,40	17,60	20,00	4,96	117,20	39,90
PROMEDIO		9,00	1,51	7,09	0,00	16,00	2,40	21,60	24,00	4,79	166,56	92,00

VEREDA EL SENDERO												
Nº	Fecha	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)	pH	Cl (mg Cl ₂ /L)	Alcalinidad (mg CaCO ₃ /L)	Dur. Cálctica (mg Ca/L)	Mg (mg Mg/L)	Dur Total (mg CaCO ₃ /L)	Cloruros (mg Cl-/L)	Col totales (ufc/100 ml)	E. coli (ufc/100 ml)
24	23/10/2014	13,00	1,37	7,98	0,00	8,00	4,01	16,00	20,00	3,90	204,60	90,60
25	23/10/2014										204,60	48,10
26	23/10/2014										160,70	75,90
27	23/10/2014										1203,30	290,90
PROMEDIO											443,30	126,38
VEREDA EL CHARCO												
Nº	Fecha	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)	pH	Cl (mg Cl ₂ /L)	Alcalinidad (mg CaCO ₃ /L)	Dur. Cálctica (mg Ca/L)	Mg (mg Mg/L)	Dur Total (mg CaCO ₃ /L)	Cloruros (mg Cl-/L)	Col totales (ufc/100 ml)	E. coli (ufc/100 ml)
28	06/11/2014	31,00	4,87	8,40	0,00	0,90	3,21	4,79	8,00	3,55	866,40	344,80
29	06/11/2014										88,20	28,20
30	06/11/2014										456,90	167,00
31	06/11/2014	30,00	3,99	8,32	0,00	0,70	3,21	4,79	8,00	4,25	547,50	148,30
PROMEDIO		30,50	4,43	8,36	0,00	0,80	3,21	4,79	8,00	3,90	489,75	172,08
VEREDA CAJETE												
Nº	Fecha	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)	pH	Cl (mg Cl ₂ /L)	Alcalinidad (mg CaCO ₃ /L)	Dur. Cálctica (mg Ca/L)	Mg (mg Mg/L)	Dur Total (mg CaCO ₃ /L)	Cloruros (mg Cl-/L)	Col totales (ufc/100 ml)	E. coli (ufc/100 ml)
32	13/11/2014										268,20	307,60
33	13/11/2014										517,20	686,70
34	13/11/2014	36,00	3,81	6,84	0,00	11,00	5,61	12,39	18,00	4,25	1732,90	770,10
PROMEDIO											839,43	588,13

Fuente: Laboratorio de Salud Pública

Basado en la evaluación de los parámetros, se reportaron niveles fuera del rango exigido en la norma, teniendo tres (3) parámetros comunes deficientes en los (9) acueductos, como lo son el cloro residual, coliformes totales y E.Coli. Estos parámetros indican la falta de un adecuado tratamiento al agua. En cuanto a los parámetros de turbiedad y color estos pueden deberse al tiempo en que se tomaron las muestras, pues no se presentan fuera de rango en la totalidad de acueductos evaluados y los cuales se pueden alterar con el clima.

Turbiedad: Hay varios parámetros que influyen en la turbidez del agua. Algunos de estos son:

- Fitoplancton
- Sedimentos procedentes de la erosión
- Sedimentos resuspendidos del fondo (frecuentemente revueltos por peces que se alimentan por el fondo, como la carpa)
- Descarga de efluentes
- Crecimiento de las algas
- Escorrentía urbana

Es esencial eliminar la turbidez para desinfectar efectivamente el agua, las partículas suspendidas también ayudan a la adhesión de metales pesados y muchos otros compuestos orgánicos tóxicos y pesticidas.

Color: el agua de uso doméstico tiene como parámetro de aceptación la de ser incolora, pero en la actualidad, gran cantidad del agua disponible se encuentra colorida y se tiene el problema de que no puede ser utilizada hasta que no se le trata removiendo dicha coloración.

Las aguas superficiales pueden estar coloridas debido a la presencia de iones metálicos naturales (hierro y manganeso), humus, materia orgánica y contaminantes domésticos e industriales.

pH: El pH es un factor muy importante, porque determinados procesos químicos solamente pueden tener lugar a un determinado pH. Por ejemplo, las reacciones del cloro solo tienen lugar cuando el pH tiene un valor de entre 6,5 y 8.

Es importante resaltar que los resultados obtenidos en las muestras analizadas en cuanto al pH son favorables para un proceso de desinfección óptimo del agua.

Tabla 7. Parámetros fuera del rango establecido en la normatividad

ACUEDUCTO VEREDAL	Color (UPC)	Turbiedad (UNT)	Cl (mg Cl ₂ /L)	Col totales (ufc/100 ml)	E. coli (ufc/100 ml)
LOS TENDIDOS – ACUATEN			0,00	1507,58	145,88
JULUMITO – ASOCIACION DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE JULUMITO	51,00	7,43	0,00	1911,23	254,63
PUEBLILLO – CANDAMO		5,13	0,00	602,94	321,34
LA YUNGA			0,00	101,65	3,10
RIO HONDO		2,55	0,00	150,80	23,23
CALIBIO – ASOCIACION DE ACUEDUCTO INTERVEREDAL CORREGIMIENTO DE CALIBIO			0,00	166,56	92,00
EL SENDERO – ASOSENDERO			0,00	443,30	126,38
EL CHARCO – ACUEDUCTO LA CHORRERA	30,50	4,43	0,00	489,75	172,08
CAJETE	36,00	3,81	0,00	839,43	588,13

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados anteriormente expuestos y basándose en el Decreto 1575 de 2007, las muestras analizadas contienen características fisicoquímicas normales de agua cruda pero requiere tratamiento para consumo humano. En cuanto al análisis microbiológico, como se observa en resultados de coliformes totales y E. Coli, fue insatisfactorio pues hay presencia de bacterias y es estrictamente necesario realizar un proceso de desinfección para catalogarla como apta para consumo humano.

El aplicativo "Sistema de Información de la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano (SIVICAP)", permite a todas las Autoridades Sanitarias departamentales, reportar los datos de la vigilancia de la calidad del agua, en función de sus actividades de Inspección, Vigilancia y Control en el país. Este aplicativo calculó el indicador IRCA (Índice de Riesgo de la calidad de Agua para Consumo Humano), el valor obtenido para el total de veredas fue del 95% lo cual según el Decreto 1575 de 2007 existe un riesgo alto y el agua no es apta para consumo humano en ninguno de los acueductos de las nueve veredas (Los Tendidos, Julumito, Pueblillo, La Yunga, Rio Hondo, Calibio, El sendero, El Charco y Cajete).

4.3 CAPACITAR A LA COMUNIDAD DE LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE POPAYÁN EN TEMAS REFERENTES A LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO.

En cuanto al programa de capacitación que fue orientado a los grupos veredales se identificó que la mayor parte de esta población ha adquirido un conocimiento empírico del manejo de estos acueductos, por lo tanto la falta de apropiación por parte de la comunidad, la carencia administrativa, el desconocimiento de las problemáticas ambientales son consecuencia de no conocer la importancia que

tienen los acueductos rurales y su entorno para la comunidad y el cómo mantener la calidad de agua óptima para consumo humano.

Las personas capacitadas adquirieron conocimientos nuevos en procesos de desinfección caseros y de fácil elaboración, de esta forma se puede garantizar una mejor calidad del agua y por ende la disminución de factores de riesgo para la salud a causa de recurso hídrico.

Este sistema de educación contribuye a apoyar la creación de hábitos y procesos comunitarios de cultura del agua.

5. CONCLUSIONES

- A pesar de la dificultad respecto a vías de acceso a los lugares a estudiar, con la ejecución de este proyecto, se intensificó por parte de la autoridad sanitaria la vigilancia de la calidad de agua para consumo humano en la zona rural del Municipio, teniendo en cuenta que en la vigencia 2012, se vigilaron dos (2) acueductos de la zona rural.
- El plan de acción elaborado fue una herramienta importante para la ejecución del proyecto, en el cual se define un tiempo de siete (7) meses para cumplir a cabalidad con su ejecución, y se determinó la realización de tres (3) actividades macro las cuales fueron: 1. Realizar visitas de inspección ocular a los acueductos rurales del Municipio, 2. Toma de muestras de agua y 3. Llevar a cabo programas de formación y educación.
- Para evaluar la calidad de agua se presentó dificultad en cuanto a la coordinación y programación de muestreos, ya que el Laboratorio de Salud Pública no cuenta con la logística para la recepción de una mayor cantidad de muestras.
- Los resultados arrojados por el Laboratorio de Salud Pública demuestran que la calidad de agua no cumple con la normatividad por lo tanto NO es apta para consumo humano
- Realizadas las visitas de inspección, se identificó que los acueductos estudiados de la zona rural del Municipio no cuentan con un sistema de desinfección que garantice la potabilización del agua.
- En cuanto a las jornadas de capacitación, una vez concluidas se percibió el interés de la comunidad que asistió en aplicar lo aprendido, resaltando que los lidere veredales son los encargados de verificar la continuidad del proceso.
- La principal causa de conflicto por uso del agua se presenta por el desarrollo de actividades productivas o domésticas por encima de los sistemas de captación, lo que genera la afectación de la calidad del agua captada. Estas actividades se refieren específicamente a plantaciones forestales de tipo comercial, monocultivos como el café, potreros, y domésticas (vertimiento de aguas residuales).
- La población rural no abastecida por los prestadores existentes, obtiene el agua para satisfacer sus necesidades domésticas y productivas, de manantiales, pozos o aljibes, o poseen sistemas artesanales compuestos por canecas (que son utilizadas como sistemas de captación), mangueras de polietileno (que hacen las veces de redes), y que no someten el agua a procesos de desinfección.

6. RECOMENDACIONES

- La Administración Municipal es la directa responsable de la prestación del servicio de acueducto en la zona rural, por lo tanto dentro de su presupuesto debe incluir el mejoramiento y/o construcción de acueductos de manera inmediata, pues si no se hace estaría incurriendo en la violación de un derecho básico “el agua potable constituye un derecho fundamental y esencial del derecho a la vida en condiciones dignas cuando está destinada al consumo humano”
- La acción conjunta de la Administración Municipal y de los prestadores del servicio de acueducto en zona rural, requiere a su vez del concurso de otras entidades competentes como la CRC con el fin de generar elementos que permitan la toma de decisiones relacionadas con el aprovechamiento sostenible del agua, que debe incorporar el manejo integral de las microcuencas en aras de mitigar los impactos ambientales asociados al vertimiento de aguas residuales de los recursos naturales y la posibilidad real de atender demandas del recurso hídrico.
- Es importante que la Administración Municipal vincule a la academia (Universidades) para la realización de trabajos de investigación e implementación de proyectos piloto en cuanto a sistemas de potabilización de agua.
- Realizar mantenimiento preventivo de la red de distribución por personal certificado por competencias laborales.
- Los sistemas de acueducto que presentan inviabilidad sanitaria o riesgo alto, deben ser objeto de medidas inmediatas y definitivas que corrijan los errores y deficiencias, porque se pone en riesgo la salud de la población, principalmente infantil, ante enfermedades de origen hídrico.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía de Popayán, Secretaría de Salud Municipal, misión y visión, objetivos, funciones y funcionaria responsable de la dependencia. Disponible en Internet: <http://popayan.gov.co/secsalud/la-secretaria>- actualizado en marzo de 2014.
- BARRIOS, Carlos, TORRES, Ricardo, RUIZ Teresa, LAMPOGLIA, Cristina y PITTMAN Roger, (12 de septiembre de 2009). “Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías en municipios rurales y pequeñas comunidades”. Disponible en Internet: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/guia/calde/0gral/0unidades.htm>- actualizado en septiembre de 2009
- COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto 1575 (9, mayo, 2007). Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo. Bogotá D.C., 2007. 15 p.
- COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 2115 (22, junio, 2007). Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. Bogotá D.C., 2007. 23 p.
- COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 811 (05, marzo, 2008). por medio de la cual se definen los lineamientos a partir de los cuales la autoridad sanitaria y las personas prestadoras, concertadamente definirán en su área de influencia los lugares y puntos de muestreo para el control y la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en la red de distribución. Bogotá D.C., 2008.
- COLOMBIA, MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Ley 09 (24, enero, 1979). Por la cual se dictan medidas sanitarias. Bogotá D.C., 1979. 89 p.
- INSTITUTO NACIONAL DE SALUD, Subdirección Red Nacional de Laboratorios, “Manual de instrucciones para la toma, preservación y transporte de muestras de agua de consumo humano para análisis de laboratorio”. Bogotá D.C., 2011. 87 p.
- Ministerio de la Protección Social - República de Colombia, Instituto Nacional de Salud (2012). “Sistema de información para la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano SIVICAP”. Disponible en Internet: <http://www.ins.gov.co/sivicap/Paginas/sivicap.aspx> - actualizado en marzo de 2014.